

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001332810
PUBLICATION DATE : 30-11-01

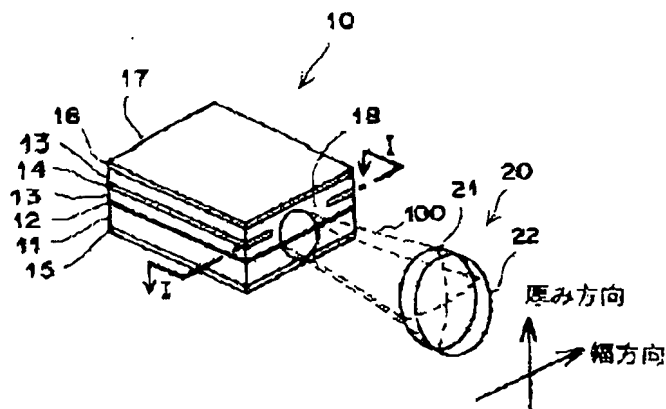
APPLICATION DATE : 23-05-00
APPLICATION NUMBER : 2000151469

APPLICANT : FUJI PHOTO FILM CO LTD;

INVENTOR : MATSUMOTO KENJI;

INT.CL. : H01S 5/14 H01S 5/22 H01S 5/343

TITLE : LASER DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To oscillate a laser light stably in a fundamental transverse mode with high output in a laser device.

SOLUTION: This laser device is provided with a gain medium 10 composed of plural semiconductor layers containing an active layer generating optical gain by current injection, and a concave lens 20 as an optical member disposed at the gain medium. A laser resonator is constituted of a first reflecting surface 17 formed on an end surface vertical to the active layer of the gain medium 10, and a second reflecting surface 21 formed on the concave surface of the concave lens 20. A waveguide due to a refractive index step-difference is not present in the gain medium, and a waveguide of an optical beam in the resonator is determined by the first and second reflecting surfaces 17, 21 constituting the resonator. The beam diameter is adjusted by the length of the resonator and the curvature of the second reflecting surface, in order that the optical density on a light output end surface 18 of the gain medium 10 may not become too large and the fundamental transverse mode may oscillate.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-332810
(P2001-332810A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テーマコード ² (参考)
H 0 1 S	5/14	H 0 1 S	5 F 0 7 3
	5/22		
	5/343		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-151469 (P2000-151469)

(22) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(71) 出願人 000003201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県足柄市戸沼210番地

(72) 発明者 松本 研司

神奈川県足柄上郡調成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

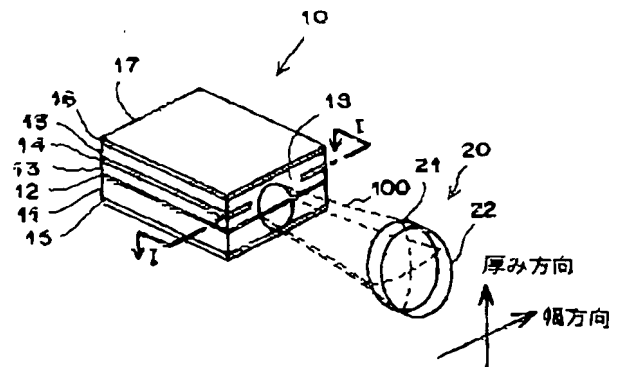
Fターム (参考) 5F073 AA09 AA51 AA62 AA74 AA83
AB27 AB29 CA07 DA32 DA33
EA15 EA24 EA28

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ装置において、基本横モードで安定に、かつ高出力でレーザ光を発振させる。

【解決手段】 電流注入により光利得を発生する活性層を含む複数の半導体層からなる利得媒質10と、その利得媒質に対向して設置させた光学部材である凹レンズ20とを備え、利得媒質10の活性層に垂直な一端面に形成されている第一の反射面17と凹レンズ20の凹面に形成された第二の反射面21とによりレーザ共振器を構成する。利得媒質内には屈折率段差による導波路はなく、共振器面である第一および第二の反射面17、21により共振器内における光ビームの導波路が決定されるため、利得媒質10の光出射端面18における光密度が大きくなりすぎないように、かつ、基本横モード発振するように、共振器長および第二の反射面21の曲率によりビーム径を調整する。



(2) 001-332810 (P2001-332810A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電流注入により光利得を生じる活性層を含む複数の半導体層からなり、前記活性層に垂直な一端面に第一の反射面を備えた利得媒質と、前記利得媒質の前記一端面と対向する他端面側の外部に配置された、前記第一の反射面と共に基本横モード発振せしめる共振器を構成する、反射光を集束せしめる第二の反射面を有する光学ユニットとを備え、前記光利得により生じた誘導光の導波路が、前記共振器により決定されるものであることを特徴とするレーザ装置。

【請求項2】 前記利得媒質の前記導波路となる領域が、発振するレーザ波長に対して透過性を有するものであることを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。

【請求項3】 前記利得媒質の前記導波路となる領域には、屈折率差による導波路構造が形成されていないことを特徴とする請求項1または2記載のレーザ装置。

【請求項4】 前記活性層と該活性層を挟む前記半導体層との屈折率の差による効果を打ち消すための層を設けたことを特徴とする請求項3記載のレーザ装置。

【請求項5】 前記光学ユニットが、前記活性層の幅方向よりも厚み方向に光を集束させる機能を有するものであることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載のレーザ装置。

【請求項6】 前記第二の反射面の曲率が、該第二の反射面で反射される光を前記活性層の幅方向よりも厚み方向に集束させるものであることを特徴とする請求項5記載のレーザ装置。

【請求項7】 前記光学ユニットが、前記利得媒質と前記第二の反射面との間にシリンドリカルレンズを備え、前記第二の反射面の曲率が等方的であることを特徴とする請求項5記載のレーザ装置。

【請求項8】 前記光学ユニットが、前記利得媒質と前記第二の反射面との間に円柱状面を備え、前記第二の反射面の曲率が等方的であることを特徴とする請求項5項記載のレーザ装置。

【請求項9】 前記活性層のうち前記導波路に対応する領域に対してのみ電流を注入する構造を備えたことを特徴とする請求項1から8いずれか1項記載のレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザ装置に関し、詳細には、活性層を備えた半導体素子で利得媒質とし、該利得媒質の一端面と外部に設けられた反射面とによる外部共振器構造を備えたレーザ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、半導体レーザは、レーザ光が回折限界まで集光可能である性質を用い、光通信光源、ま

た光ディスク装置用光源として広く用いられるに至っている。しかしながら、半導体レーザから放射される光ならば全て回折限界まで集光可能であるわけではなく、半導体レーザの出射端面において、位相が揃っている光、すなわち基本横モードで発光している光のみが回折限界まで集光可能である。一方、基本横モードのみでなく、高次の横モードが混在して発光している、様々な位相の光が混在している状態では、回折限界まで集光できない。

【0003】 一般に、基本横モード動作は、発光断面積を小さくすればするほど、安定となることが広く知られている。そのため、基本横モード発振する半導体レーザを構成する際には、導波路のサイズは厚さ方向に1 μm 以下、発光層の幅方向に2~4 μm 程度で設計されて製造されている。特に、導波路のサイズとして発光層の幅方向の幅を狭めれば狭めるほど、安定に基本横モードで発光する素子を高い歩留まりで製造可能となることは、経験的にも広く知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、基本横モード発振させるために幅方向を狭め発光断面積を狭くすることは、半導体レーザの出射端面における光密度の上昇を必然的に招くこととなる。この出射端面における光密度の増大は半導体レーザの構成材料の劣化を招き、素子の寿命を短くする一要因となる。すなわち、光密度の増大により端面劣化が生じるため、発光断面積の狭い半導体レーザにおいては高出力を得ることが困難である。

【0005】 一方、高出力動作を達成するための一つの方法として、活性層の幅方向に50~100 μm の幅の広い導波路を備えた構造とすることが挙げられる。導波路の断面積が広くなるため、端面における光密度は低くなり素子端面の劣化が抑えられて高出力が可能となる。しかしながら、このように幅広の導波路とすると、基本横モード発振とはならず、多モード発振となる。

【0006】 上述のように、基本横モードでの安定動作は活性領域の断面積を小さくすることにより得られ、一方、光出力の増大化は活性領域の断面積を広くすることによって得られる。したがって、基本横モードの安定化と光出力の高出力化とを同時に達成することは非常に困難であった。

【0007】 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、基本横モードで安定に、かつ高出力でレーザ光を発振するレーザ装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のレーザ装置は、電流注入により光利得を生じる活性層を含む複数の半導体層からなり、前記活性層に垂直な一端面に第一の反射面を備えた利得媒質と、前記利得媒質の前記一端面と対

(3) 001-332810 (P2001-332810A)

向する他端面側の外部に配置された、前記第一の反射面と共に基本横モード発振せしめる共振器を構成する反射光を集束せしめる第二の反射面を有する光学ユニットとを備え、前記光利得により生じた誘導光の導波路が、前記共振器により決定されるものであることを特徴とするものである。

【0009】すなわち、本発明のレーザ装置は、利得媒質として半導体素子を利用し、その半導体素子の一端面と外部に設けられた外部ミラー（第二の反射面を有する光学ユニット）とにより共振器を構成するものである。

【0010】なお、前記利得媒質の前記導波路となる領域は、発振するレーザ波長に対して透過性を有するものであることが望ましい。

【0011】また、前記利得媒質の前記導波路となる領域には、屈折率差による導波路構造が形成されていないことが望ましく、このように利得媒質の内部構造による屈折率導波路を形成しない構造とするために、例えば、前記活性層と該活性層を挟む前記半導体層との屈折率の差による効果を打ち消すための層を設けるとよい。

【0012】また、前記光学ユニットは、前記活性層の幅方向よりも厚み方向に光を集束させる機能を有するものであることが望ましく、単一の光学部材からなるものであってもよいし、いかなる光学部材の組合せからなるものであってもよい。具体的には、前記第二の反射面の曲率を、該第二の反射面で反射される光を前記活性層の幅方向よりも厚み方向に集束させるもの、前記利得媒質と前記第二の反射面との間にシリンドリカルレンズを備え、前記第二の反射面の曲率が等方的であるものさらに、前記利得媒質と前記第二の反射面との間に円柱状面を備え、前記第二の反射面の曲率が等方的であるもの等が挙げられる。

【0013】なお、前記活性層のうち前記導波路に対応する領域に対してのみ電流を注入する構造を備えることが望ましい。「前記導波路に対応する領域に対してのみ」とは、導波路と完全に一致する領域だけでなく、その周囲を一部含むものであってもよいが、活性層全体に電流を注入するものではないことを意味する。

【0014】

【発明の効果】本発明のレーザ装置は、活性層を備えた半導体素子からなる利得媒質と、その利得媒質の一端面と外部に配された光学ユニットの反射面とにより共振器を構成し、この共振器により基本横モードで発振し、また、共振器内部において光利得により生じた誘導光の導波路もこの共振器により決定されるものであるため、従来の半導体レーザ素子のように、半導体内部構造により導波路および横モードが決定される場合と比較して、基本横モードを一義的に容易に発振可能であり、また、光出射端面における導波路の断面積を容易に広げることができるため、高出力の発振をすることができる。

【0015】前記利得媒質の前記導波路となる領域が発

振するレーザ波長に対して透過性を有するものであることにより、内部構造により導波路が限定されることなく、光密度を低く維持しつつ基本横モード発振を可能とする。

【0016】前記利得媒質の前記導波路となる領域には屈折率差による導波路構造が形成されていないことにより、利得媒質内部の構造により導波路が決定されないため、光密度を低く維持しつつ基本横モード発振を可能とする。

【0017】また、前記光学ユニットが、前記活性層の幅方向よりも厚み方向に光を集束させる機能を有するものであることにより、一般に非常に薄く形成される活性層に対して光を集中させることができるので、効率よく光利得を得ることができ、高出力発振がより容易に可能となる。

【0018】前記活性層のうち前記導波路に対応する領域に対してのみ電流を注入する構造を備えたことにより、電流を活性層全体に注入する場合と比較して、導波路となる領域で効率よく光利得を生じさせることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の具体的な実施の形態を説明する。

【0020】図1は本発明の第一の実施の形態であるレーザ装置の概略構成を示す斜視図である。本レーザ装置は、電流注入により光利得を発生する活性層を含む複数の半導体層からなる利得媒質10と、その利得媒質10に対して設置させた光学部材である凹レンズ20とを備え、利得媒質10の活性層に垂直な一端面に形成されている反射面17と凹レンズ20の凹面状の反射面21とによりレーザ共振器が構成されている。

【0021】まず、半導体素子である利得媒質10について説明する。該利得媒質10はn-GaAs基板11、波長980nmにて光利得を発生するInGaAs量子井戸活性層からなる利得層12、p-GaAs上部層13および該上部層13の間に形成されたn-GaAs電流阻止層14からなる。なお、利得層12は活性層以外に歪緩和層等を備えていてもよい。基板上に各層を積層するにあたっては気相成長法およびフォトリソグラフィ工程を用いる。なお、基板11、上部層13および電流阻止層14は、レーザ発振波長に対して透明な材料とする。

【0022】上記のような半導体層を形成後、利得層12に電流を注入するため基板11側および上部層13側にそれぞれn側電極15、p側電極16を形成する。また、基板11および上部層13の厚みは、後述のレーザ共振器により形成される光ビームが電極15、16に散乱されて光損失を生じないような値とする。例えば光ビームの直径が100 μm ならば、それぞれの厚さを100 μm 程度とする。

【0023】次に、結晶の劈開性を利用して劈開により

(4) 001-332810 (P2001-332810A)

素子を切り出す。この際、対向する二端面を構成する劈開面のうち一端面にレーザ光に対応した波長における高反射膜、他端面に無反射膜を形成することにより、一端面をレーザ共振器を構成する第一の反射面17とし、他端面を光出射端面18とする。また、この利得媒質10は電流注入により発熱するため、導電性のろう材(In等)を用い、図示しないヒートシンクに基板11側を実装する。そして、素子に対してワイヤーボンドを行い電流注入可能な構造とする。

【0024】図2は、図1に示すI-I線断面図であり、電流阻止層14が形成された箇所での断面図である。ここでは共振器により形成される光ビームの導波路を示すビームパターン100も示されている。電流阻止層14は、導波路中で効率よく利得を発生させるべく電流注入領域を限定するために設けられるものであり、この電流注入のための電流注入窓を有する。この窓は、ストライプ状であってもよいし、ビームパターン100に沿うように末広がり形成されていてもよいが、特にビームパターン100に略一致するように末広がり形状のほうがより効率よく利得を発生させることができるので好ましい。

【0025】一方、凹レンズ20は、レーザ共振器の第二の反射面となる凹面21にはレーザ光に対応した波長における高反射膜、もしくは低反射膜が形成されており、レーザ光出射面となる他面22にはレーザ光に対応した波長における無反射膜が形成されている。なお、凹面21に形成される反射膜の反射率は利得媒質で発生する利得に応じて決められるもので、利得が大きくない場合には、高い反射率とする必要がある。

【0026】本レーザ装置は、利得層12に電流を注入することにより、InGaAsからなる量子井戸活性層において利得が発生し、この利得により生じた誘導光が共振器内で増幅されてレーザ発振する。

【0027】本レーザ装置においては、利得媒質10の一端面に形成された平面(第一の反射面)17と、この利得媒質10の外部に設けられた凹面(第二の反射面)21とにより共振器が構成されており、この外部に設けられた第二の反射面21の位置により容易に共振器長を調節することができ、凹レンズ20としても種々の曲率のものを適宜選択して利用することができる。

【0028】前述のように利得媒質10を構成する各層は、レーザ発振波長に対し透明な材料からなっており、内部に屈折率段差による屈折率導波構造も備えていないため、光ビームの導波路は2枚の反射面からなる共振器、特に共振器長と凹レンズ20の凹面21の曲率により決定されるものとなる。

【0029】従来の屈折率導波構造を備えた半導体レーザ素子においては、光ビームが狭い導波路内に限定されるが、上述のように本発明のレーザ装置においては導波路が共振器構造にのみ依存して形成されるため、利得媒

質10の光出射端面18における光密度は低くなる。光密度が低いと利得媒質構成材料の劣化を引き起こさず、高出力の光が出力可能となる。

【0030】また、従来より、横モードは導波路により制御されており、ここでは導波路を共振器長および凹面の曲率により定めることができるので、この共振器長および凹面の曲率として基本横モードによる発光を行うようにそれぞれの値を選択する。これにより容易に基本横モード発振が可能となる。

【0031】なお、本レーザ装置においては、利得部の共振器長方向の長さを1mmとし、発振波長980nmで1Wまで光出力-電流特性上異常なく発振することができた。また、近視野像の乱れもなく、良好な光出力が得られ、実際にシステム搭載時においても安定な光出力を得ることができた。

【0032】上記第一の実施の形態においては光学部材として凹レンズ20を利用し、その凹面を共振器面としたものを利用したが、レーザ光を基本横モードで共振できる光学ユニットであればこれに限るものではない。例えば別の光学部材として平凸レンズを利用することもできる。図3に平凸レンズ120を用いた場合の利得媒質10および平凸レンズの断面図を示す。平凸レンズ120の平面121側を利得媒質10に近い側に配し、この面にレーザ光の波長に対する無反射膜を形成する。一方、凸面122にはレーザ光の波長に対する低反射もしくは高反射膜を形成してこの面を共振器の第二の反射面とする。凸面122は利得媒質10からみると凹面であり上述の凹レンズ20を用いた場合と同じ効果が得られる。

【0033】次に、本発明の第二の実施の形態のレーザ装置について説明する。図4は、本発明の第二の実施の形態であるレーザ装置の概略構成を示す斜視図である。ここでは、第一の実施形態のレーザ装置と同等の要素には同符号を付し詳細な説明を省略する。

【0034】本レーザ装置は、電流注入により光利得を発生する活性層を含む複数の半導体層からなる利得媒質30と、その利得媒質に対向して設置させた光学部材である凹レンズ40とを備え、利得媒質30の活性層に垂直な一端面に形成されている第一の反射面と凹レンズ40の凹面に形成された第二の反射面とによりレーザ共振器が構成されている。

【0035】利得媒質30は上記第一の実施形態において用いられた利得媒質10とほぼ同様であるが、上部層13'の厚みが10μm程度と薄く形成される。また、利得媒質30をヒートシンク50に実装する際、上部層13'側を実装する。ここで、上部層13'の厚みは10μmであり、第一の実施形態の場合と比較しても非常に薄いので利得層12がヒートシンク50に近くなり効率よく放熱できる。したがって、発熱による特性劣化を抑制することができる。

(5) 001-332810 (P2001-332810A)

【0036】凹レンズ40は、その縦方向と横方向とで異なる曲率を有し、利得層12を中心として利得層12の幅方向よりも厚み方向に光を集束せしめるように配置される。この凹レンズ40の凹面41にはレーザ光の波長に対する低反射もしくは高反射膜が形成されており、この凹面41が共振器の第二の反射面を構成し、光出射面となる他面42にはレーザ光の波長に対する無反射膜が形成されている。この凹レンズ40により、利得媒質の光出射端面18において扁平な光ビーム形状を形成することができ、ここでは光出射端面18において利得層12の幅方向に100 μ m、厚み方向に10 μ m程度の扁平な光ビーム形状になるような曲率を備えるものとする。

【0037】上述のようにして、利得層12に対しその厚み方向に薄い光ビーム径となるため、上部層13'の厚みが10 μ m程度の薄いものであっても、電極による光の散乱による光出力の低下は生じない。また、光ビームが利得層12の厚み方向に10 μ m以下と薄いために、利得の発生源である薄い活性層とも十分な相互作用することができ、十分な利得を得ることができさらに高出力の光が出力可能となる。なお、上部層を薄く形成することにより、その結晶成長にかかる時間も短縮でき、材料ガスのコストも安価に抑えることができる。

【0038】次に、第三の実施の形態のレーザ装置について図6を参照して説明する。本発明のレーザ装置は第二の実施形態と光学ユニットの構成が異なる。同等の要素には同符号を付し詳細な説明を省略する。

【0039】本レーザ装置における光学ユニット60は、共振器の第二の反射面となる面を備えた凹レンズ61とシリンドリカルレンズ64とからなる。

【0040】凹レンズ61は、等方的な曲率を備えた共振器の第二の反射面となる凹面62とレーザ出射面となる他面63とを備え、凹面62にはレーザ光に対応した波長における高反射膜もしくは低反射膜が形成されており、他面63にはレーザ光に対応した波長における無反射膜が形成されている。

【0041】また、シリンドリカルレンズ64は、各面にレーザ光に対応した波長における無反射膜が形成されている。

【0042】凹レンズ61の凹面62の曲率とシリンドリカルレンズの曲率は、それぞれを組み合わせた光学系において、利得層12に対し幅方向よりも厚み方向に光を集束せしめる曲率を選択する。ここでは、利得媒質10'の光出射端面18において、利得層12の厚み方向には10 μ m前後、幅方向には100 μ m程度の光ビーム径となるような曲率とする。

【0043】凹レンズ61とシリンドリカルレンズ64からなる光学ユニット60は、第二の実施の形態と同様の扁平な光ビーム径を形成するものであるが、前述の縦横で曲率の異なる凹レンズを用いる場合と比較して安価に構成することができる。

【0044】なお、扁平な光ビーム形状を形成するための光学ユニット（光学部材）は、上述の例に限るものではない。例えば、円柱面と球面とを有するレンズを用いてもよい。

【0045】図6、7に球、円柱面を有するレンズを適用した場合のレーザ装置の利得層12における横断面図(a)およびそれを上方から見た図(b)を示す。

【0046】図6に示す光学部材150は、円柱の一部のような断面（円柱面）151と等方的な曲率の凹面152を有しており、円柱面151が利得媒質30側となるように配されている。円柱面151にはレーザ光に対応した波長における無反射膜が形成されており、シリンドリカルレンズと同等な役割を果たす。また、凹面152にはレーザ光に対応した波長における高反射膜もしくは低反射膜が形成されており、この凹面152が共振器の第二の反射面となる。

【0047】図6(a)、(b)に示すように、円柱面151は利得層12の幅方向にのみ曲率を有し、この曲率は凹面152の曲率より小さい。凹面152によりビーム径を利得媒質端面における利得層12の厚み方向に10 μ m程度となるように成形し、円柱面151によりそのビーム径を幅方向に広がりを持たせるようにして、幅方向には100 μ m程度とする。

【0048】図7に示す光学部材160は、円柱の一部のような断面（円柱面）161と等方的な曲率の凹面162を有しており、円柱面161が利得媒質30側となるように配されている。円柱面161にはレーザ光に対応した波長における無反射膜が形成されており、シリンドリカルレンズと同等な役割を果たす。また、凹面162にはレーザ光に対応した波長における高反射膜もしくは低反射膜が形成されており、この面162が共振器の第二の反射面となる。

【0049】図7(a)、(b)に示すように、円柱面161は利得層12の厚み方向にのみ曲率を有し、この曲率は利得層12側からみると凸状の曲率となっている。凹面162によりビーム径を利得媒質端面における利得層12の幅方向に100 μ m程度となるように成形し、円柱面161によりそのビーム径を利得層12厚み方向にさらに集束させて厚み方向に10 μ m程度となるようにする。

【0050】これらのように球面と円柱面を有するレンズは、凹レンズにおいて縦横の曲率を変化させたものと比較して安価に構成することができる。

【0051】さて、上記の各実施の形態においては、屈折率差による影響はないものとしているが、一般には、活性層とそれを支持する基板、上部層では屈折率が異なる。また、レーザ発振において発生した熱や、活性層への電流注入により屈折率は変化するために、活性層とそれを支持する基板、上部層との間に屈折率差が生じる場合もある。

(6) 001-332810 (P2001-332810A)

【0052】そこで、これらの屈折率の差を見込んで、あらかじめ、その効果を打ち消すための層設けておくことが好ましい。図8に屈折率の差による効果を打ち消すための層を設けた場合の利得媒質の例を屈折率分布とともに示す。図示のように、基板146、上部層140に比べ活性層143の屈折率が大きい場合、屈折率の低い層141、145をそれぞれの層の間に設けることにより、屈折率を平均的にならして屈折率の差により生じる効果を打ち消すようにする。なお、図中、140' および146' の各層は、それぞれ上部層140、基板146と同等の組成の層である。

【0053】なお、上述の各実施の形態においては、電流阻止層を上部層と逆極性の層とする半導体のPN接合を利用した内部電流阻止方式を採用したが、例えば高抵抗層を形成することにより電流の流れを制限するような方式をとってもよい。

【0054】また、量子井戸構造において、複数の井戸からなるキャリアの閉じ込め層、歪み補償層を設ける等の従来の半導体レーザ素子における性能向上にかかわる施策は本発明のレーザ装置における利得媒質に適用することができる。

【0055】また、上記利得媒質である半導体素子の構造は、n型基板を用いた場合について記述しているが、p型基板を用いてもよく、この場合上記すべての導電性を反転すればよい。

【0056】さらに、上記実施の形態においてはGaAs系半導体についてのみ記述しているが、GaN系、InP系、

またその他の半導体を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態のレーザ装置の概略構成を示す斜視図

【図2】図1のI-I線断面図

【図3】第一の実施形態において共振器の別の態様を示す図

【図4】本発明の第二の実施形態のレーザ装置の概略構成を示す斜視図

【図5】本発明の第三の実施形態のレーザ装置の概略構成を示す斜視図

【図6】第三の実施形態において共振器の別の態様を示す図

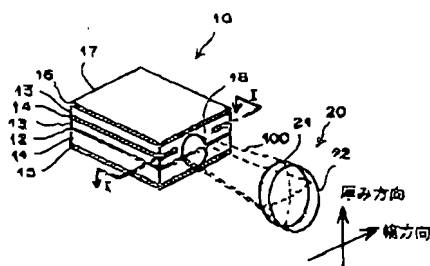
【図7】第三の実施形態において共振器のさらに別の態様を示す図

【図8】屈折率差を打ち消すための構造を備えた利得媒質の断面図

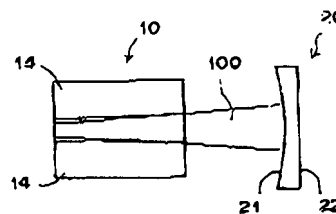
【符号の説明】

- | | |
|----|--------|
| 10 | 利得媒質 |
| 11 | 基板 |
| 12 | 利得層 |
| 13 | 上部層 |
| 14 | 電流阻止層 |
| 17 | 第一の反射面 |
| 18 | 光出射端面 |
| 20 | 凹レンズ |
| 21 | 第二の反射面 |

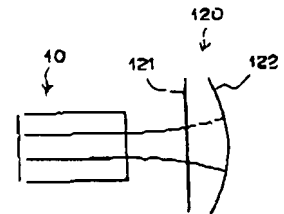
【図1】



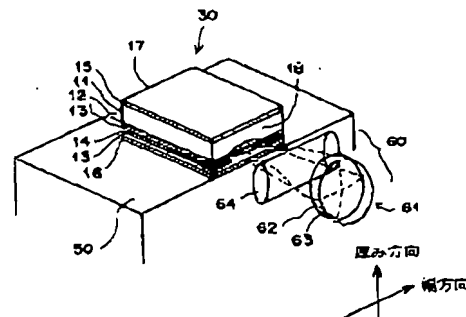
【図2】



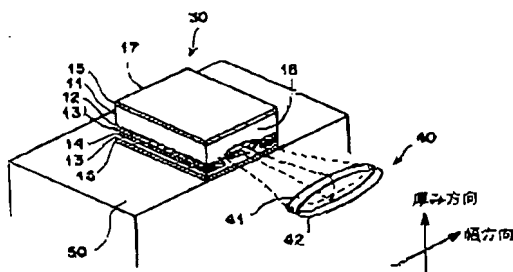
【図3】



【図5】

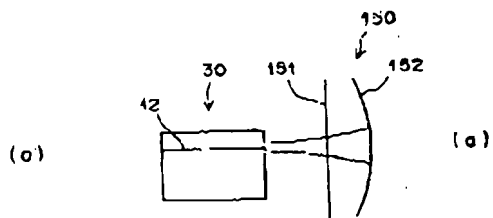


【図4】

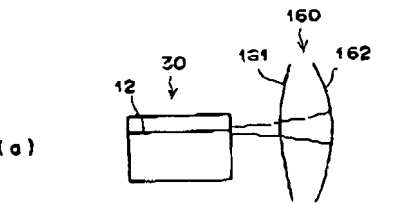


(7) 001-332810 (P2001-332810A)

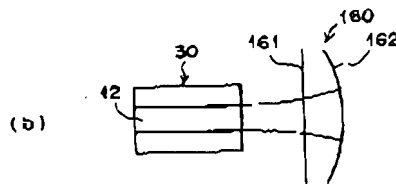
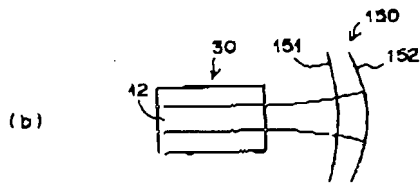
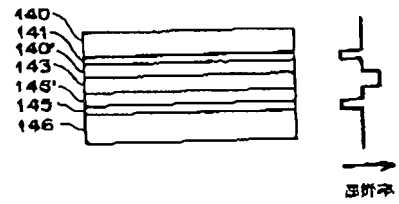
【図6】



【図7】



【図8】



RECEIVED TIME AUG. 8. 9:33AM

P,2001-332810,A [CLAIM + DETAILED DESCRIPTION]

CLAIMS

Claim(s)]

Claim 1] The profit medium which consisted of two or more semiconductor layers containing the active layer which produces the Mitsutoshi profit by current pouring, and equipped the end side perpendicular to said active layer with the first reflective surface. Have been arranged to the exterior by the side of said one end side of said profit medium, and the other end side which counters. Laser equipment characterized by the waveguide way of the guidance light which was equipped with the optical unit which constitutes the resonator which carries out a basic horizontal microfiche oscillation with said first reflective surface, and which has the second reflective surface on which catoptric light is made to converge, and was produced by said Mitsutoshi profit being what determined by said resonator.

Claim 2] Laser equipment according to claim 1 characterized by the field used as said waveguide way of said profit medium being what has permeability to the laser wavelength to oscillate.

Claim 3] Laser equipment according to claim 1 or 2 characterized by not forming the waveguide way structure by refractive-index difference in the field used as said waveguide way of said profit medium.

Claim 4] Laser equipment according to claim 3 characterized by preparing the layer for negating the effect by the difference of the refractive index of said active layer and said semiconductor layer which sandwiches this active layer.

Claim 5] Laser equipment given [Claim 1 characterized by being that in which said optical unit has the function in which light is converged in the thickness direction rather than the cross direction of said active layer to] in 4 any 1 clauses.

Claim 6] Laser equipment according to claim 5 characterized by being that on which the curvature of said second reflective surface converges the light reflected in this second reflective surface in the thickness direction rather than the cross direction of said active layer.

Claim 7] Laser equipment according to claim 5 which said optical unit is equipped with a cylindrical lens between said profit medium and said second reflective surface, and is characterized by the curvature of said second reflective surface being isotropic.

Claim 8] Laser equipment given in the Claim 5 clause which said optical unit is equipped with a cylindrical side between said profit medium and said second reflective surface, and is characterized by the curvature of said second reflective surface being isotropic.

Claim 9] Laser equipment given [Claim 1 characterized by having the structure of pouring in current only to the field corresponding to said waveguide way among said active layers to] in 8 any 1 clauses.

ETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

1001]

Field of the Invention] About laser equipment, in detail, this invention uses the semiconductor device equipped with the active layer as a profit medium, and relates to laser equipment equipped with the external resonator structure by the end side of this profit medium, and the reflective surface prepared outside.

1002]

Description of the Prior Art] A semiconductor laser has come to be widely used now using the character which laser light can condense to a diffraction limit as the light source for optical communications, and a light source for optical disk units. However, if it is the light emitted from a semiconductor laser, it cannot condense to a diffraction limit altogether, and in the outgoing radiation end face of a semiconductor laser, the light to which the base is equal, i.e., the light which is emitting light by basic horizontal microfiche, can condense to a diffraction limit. In the state where not only basic horizontal microfiche but high order horizontal microfiche is intermingling and emitting light on the other hand and where the light of various phases is intermingled, it cannot condense to a diffraction limit.

1003] Generally, the more basic horizontal microfiche operation makes a luminescence cross-section area small, the more becoming stable is known widely. Therefore, when the semiconductor laser which carries out a basic horizontal microfiche oscillation is constituted, the size of the waveguide way is designed and manufactured at about 2-4 micrometers crosswise [of 1 micrometer or less and a luminous layer] in the thickness direction. Especially the thing that manufacture becomes more possible at the high yield about the element which emits light by basic horizontal microfiche stably as the width of the cross direction of a luminous layer is narrowed as the size of a waveguide way is known experientially and widely.

1004]

[Problem to be solved by the invention] However, narrowing the cross direction and narrowing a luminescence cross-section area, in order to carry out a basic horizontal microcavity oscillation will cause inevitably the rise of the optical density in the outgoing radiation end face of a semiconductor laser. Increase of the optical density in this outgoing radiation end face causes degradation of the component of a semiconductor laser, and becomes one factor which shortens the life of an element. That is, since end-face degradation arises by increase of optical density, it is difficult to obtain high power in a semiconductor laser with a narrow luminescence cross-section area.

[0005] Considering it as the structure equipped with the large waveguide way of the width of 50 to 100 micrometer crosswise [of the active layer] as one method for attaining high-output operation on the other hand is mentioned. Since the cross-section area of a waveguide way becomes large, the optical density in an end face becomes low, degradation of an element end face is suppressed and the high power of it becomes possible. However, if it is a waveguide way broad in this way, a basic horizontal microcavity oscillation will not become but will turn into a multi-mode oscillation.

[0006] As mentioned above, the operational stability by basic horizontal microcavity is obtained by making the cross-section area of an active region small, and, on the other hand, increase-ization of optical power is obtained by making the cross-section area of an active region large. Therefore, it was very difficult to attain simultaneously stabilization of basic horizontal microcavity, and the high increase in power of optical power.

[0007] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and aims at offering stably the laser equipment which oscillates laser light by high power at basic horizontal microcavity.

[0008]

[Means for solving problem] The profit medium which the laser equipment of this invention consisted of two or more semiconductor layers containing the active layer which produces the Mitsutoshi profit by current pouring, and equipped the end side perpendicular to said active layer with the first reflective surface, Have been arranged to the exterior by the side of said one end side of said profit medium, and the other end side which counters. It has the optical unit which has the second reflective surface on which the catoptric light which constitutes the resonator which carries out a basic horizontal microcavity oscillation with said first reflective surface is made to converge, and the waveguide way of the guidance light produced by said Mitsutoshi profit is characterized by being what is determined by said resonator.

[0009] That is, the laser equipment of this invention uses a semiconductor device as a profit medium, and constitutes a resonator by the external mirror (optical unit which has the second reflective surface) prepared in the end side and the exterior of the semiconductor device.

[0010] In addition, as for the field used as said waveguide way of said profit medium, it is desirable that it is what has permeability to the laser wavelength to oscillate.

[0011] moreover, [the field used as said waveguide way of said profit medium] It is desirable not to form the waveguide way structure by a refractive-index difference, and in order to consider it as the structure which does not form the refractive-index waveguide way by the internal structure of a profit medium in this way, it is good to prepare the layer for, for example, negating the effect by the difference of the refractive index of said active layer and said semiconductor layer which sandwiches this active layer.

[0012] Moreover, rather than the cross direction of said active layer, it may be desirable that it is what has the function which converges light in the thickness direction, it may consist of a single light element, and said optical unit may consist of combination of what kind of light element. What specifically converges the light reflected in the curvature of said second reflective surface in this second reflective surface in the thickness direction rather than the cross direction of said active layer, It has a cylindrical lens between said profit medium and said second reflective surface, the curvature of said second reflective surface is equipped with a cylindrical side between an isotropic thing and also said profit medium, and said second reflective surface, and what has the isotropic curvature of said second reflective surface is mentioned.

[0013] In addition, it is desirable to have the structure of pouring in current only to the field corresponding to said waveguide way among said active layers. Although not only the field that is completely in agreement with a waveguide way but a part of its circumference is included only "to the field corresponding to said waveguide way ...", it means not being what pours current into the whole active layer.

[0014]

[Effect of the Invention] The profit medium by which the laser equipment of this invention consists of a semiconductor device equipped with the active layer, The reflective surface of the optical unit allotted to the end side and the exterior of the profit medium constitutes a resonator. Since the waveguide way of the guidance light which oscillated by basic horizontal microcavity with this resonator, and was produced by the Mitsutoshi profit in the inside of a resonator is also what is determined by this resonator, Since basic horizontal microcavity can be oscillated easily uniquely and the cross-section area of the waveguide way in an optical outgoing radiation end

ace can be easily extended like the conventional semiconductor laser element as compared with the case where waveguide way and horizontal microfiche are determined by the semiconductor internal structure, a high-output scillation can be carried out.

015] A basic horizontal microfiche oscillation is enabled maintaining optical density low without a waveguide way being limited by the internal structure by being what has permeability to the laser wavelength which the field used said waveguide way of said profit medium oscillates.

016] Since a waveguide way is not determined by the structure inside a profit medium by not forming the waveguide way structure by a refractive-index difference in the field used as said waveguide way of said profit medium, a basic horizontal microfiche oscillation is enabled maintaining optical density low.

017] Moreover, since said optical unit can centralize light to the active layer formed general very thinly by being that has the function which converges light in the thickness direction rather than the cross direction of said active layer, the Mitsutoshi profit can be obtained efficiently and a high-output oscillation becomes possible more easily.

018] By having had the structure of pouring in current only to the field corresponding to said waveguide way among said active layers, the Mitsutoshi profit can be efficiently produced in the field used as a waveguide way as compared with the case where current is poured into the whole active layer.

019]

Mode for carrying out the invention] With reference to Drawings, the form of concrete operation of this invention is explained hereafter.

020] Drawing 1 is the perspective view showing the outline composition of the laser equipment which is the form of operation of the first of this invention. The profit medium 10 which consists of two or more semiconductor layers containing the active layer in which this laser equipment generates the Mitsutoshi profit by current pouring. It has the concave lens 20 which is the light element which countered the profit medium and was made to install, and the laser resonator is constituted by the reflective surface 17 currently formed in the end side perpendicular to the active layer of the profit medium 10, and the reflective surface 21 of the shape of concave of the concave lens 20.

021] First, the profit medium 10 which is a semiconductor device is explained. This profit medium 10 consists of an n-GaAs current prevention layer 14 formed between the n-GaAs board 11, the profit layer 12 which consists of an InGaAs quantum well active layer which generates the Mitsutoshi profit on the wavelength of 980nm, the p-GaAs up layer 13, and this up layer 13. In addition, the profit layer 12 may be equipped with the distorted relief layer etc. in addition to the active layer. In laminating each layer on a substrate, a vapor phase epitaxy method and a photo lithography process are used. In addition, a substrate 11, the up layer 13, and the current prevention layer 14 are taken as a transparent material to a laser oscillation wavelength.

022] After forming the above semiconductor layers, in order to pour current into the profit layer 12, the n side electrode 15 and the p side electrode 16 are formed in the substrate 11 and up layer 13 side, respectively. Moreover, let thickness of a substrate 11 and the up layer 13 be the value which the optical beams formed by the above-mentioned laser resonator are scattered on electrodes 15 and 16, and does not produce optical loss. For example, the diameter of an optical beam is 100. It will be each thickness if it becomes 100. It is considered as a μm grade.

023] Next, an element is started by **** using the cleavability of a crystal. Under the present circumstances, by forming a nonreflective film in a one end side among the cleaved surfaces which constitute two end faces which counter in the high reflective film in the wavelength corresponding to laser light, and an other end side, make a one end side into the first reflective surface 17 which constitutes a laser resonator, and let an other end side be the optical outgoing radiation end face 18. Moreover, since this profit medium 10 generates heat by current pouring, it real-*** the substrate 11 side to the heat sink which is not illustrated using conductive brazing materials (In etc.). And a wire bond is performed to an element and it is considered as the structure in which current pouring is possible.

024] Drawing 2 is an I-I line sectional view shown in drawing 1, and is a sectional view in the part in which the current prevention layer 14 was formed. Beam pattern 100 in which the waveguide way of the optical beam formed by a resonator here is shown. It is shown. The current prevention layer 14 is formed in order to generate a profit efficiently all over a waveguide way and to limit a current pouring field, and it has a current pouring window for this current pouring. This window may be a stripe-like and is the beam pattern 100. You may be formed in the broad at last so that it may meet, but it is especially the beam pattern 100. Since the way of spread form can generate a profit more efficiently at last so that abbreviation coincidence may be carried out, it is desirable.

025] On the other hand, the high reflective film in the wavelength corresponding to laser light or the low reflective film is formed in the concave 21 used as the second reflective surface of a laser resonator, and, as for the concave lens 20, the nonreflective film in the wavelength corresponding to [on the other hand] laser light in

22 used as a laser light emission plane of fire is formed. In addition, the reflectance of the reflective film formed on the concave 21 is not decided according to the profit generated by a profit medium, and when a profit is not large, it is necessary to make it into high reflectance.

[0026] By pouring current into the profit layer 12, a profit occurs in the quantum well active layer which consists of InGaAs, and the guidance light produced by this profit amplifies and carries out the laser oscillation of this laser equipment within a resonator.

[0027] The plane (the first reflective surface) 17 formed in the end side of the profit medium 10 in this laser equipment. The resonator is constituted by the concave (the second reflective surface) 21 prepared in the exterior of this profit medium 10. resonator length can be easily adjusted with the position of the second reflective surface 21 established in this exterior, and the thing of the various curvature also as a concave lens 20 can be chosen suitably, and can be used.

[0028] [each layer which constitutes the profit medium 10 as mentioned above] It consists of a transparent material to the laser oscillation wavelength, and since an inside is not equipped with the refractive-index waveguide structure by a refractive-index level difference, the waveguide way of an optical beam is determined by the curvature of the concave 21 of the resonator which consists of a reflective surface of two sheets especially resonator length, and the concave lens 20.

[0029] In the semiconductor laser element equipped with the conventional refractive-index waveguide structure, although an optical beam is limited in a narrow waveguide way, since a waveguide way is formed in the laser equipment of this invention only depending on resonator structure as mentioned above, the optical density in the optical outgoing radiation end face 18 of the profit medium 10 becomes low. Since optical density is low, degradation of a profit medium component is not caused, but the output of a high-output light is attained.

[0030] Moreover, since horizontal microfiche is controlled by the waveguide way and a waveguide way can be conventionally appointed by the curvature of resonator length and concave here, each value is chosen so that luminescence by basic horizontal microfiche may be performed as curvature of this resonator length and concave. Thereby, a basic horizontal microfiche oscillation is attained easily.

[0031] In addition, in this laser equipment, the length of the direction of resonator length of a profit part could be 1mm, and it was able to oscillate without the abnormalities in an optical power-current characteristic top to 1W on the oscillation wavelength of 980nm. Moreover, there is also no disorder of nearsightedness ****, good optical power was obtained, and stable optical power was actually able to be obtained at the time of system loading.

[0032] Although the concave lens 20 was used as a light element in the form of implementation of the above first and what made concave of **** the resonator side was used, laser light will not be restricted to this, if it is the optical unit which can resonate by basic horizontal microfiche. For example, a planoconvex lens can also be used as another light element. The profit medium 10 at the time of using the planoconvex lens 120 for drawing 3 and the sectional view of a planoconvex lens are shown. The plane 121 side of the planoconvex lens 120 is allotted to the side near the profit medium 10, and the nonreflective film to the wavelength of laser light is formed in this field. On the other hand, the low reflection or high reflective film to the wavelength of laser light is formed in a convex 122, and this field is made into the second reflective surface of a resonator. A convex 122 is concave, in view of the profit medium 10, and the same effect as the case where the above-mentioned concave lens 20 is used is acquired.

[0033] Next, the laser equipment of the form of operation of the second of this invention is explained. Drawing 4 is the perspective view showing the outline composition of the laser equipment which is the form of operation of the second of this invention. Here, this agreement is given to an element equivalent to the laser equipment of the first embodiment, and detailed explanation is omitted.

[0034] The profit medium 30 which consists of two or more semiconductor layers containing the active layer in which this laser equipment generates the Mitsutoshi profit by current pouring. It has the concave lens 40 which is the light element which countered the profit medium and was made to install, and the laser resonator is constituted by the first reflective surface currently formed in the end side perpendicular to the active layer of the profit medium 30, and the second reflective surface formed in the concave of the concave lens 40.

[0035] Although the profit medium 30 is the same as the profit medium 10 used in the first embodiment of the above almost, the thickness of up layer 13' is thinly formed with about 10 micrometers. Moreover, when the profit medium 30 is mounted in a heat sink 50, an up layer 13' side is mounted. Here, the thickness of up layer 13' is 10 micrometers, and even if it compares with the case of the first embodiment, since it is very thin, the profit layer 12 becomes close to a heat sink 50, and it can radiate heat efficiently. Therefore, characteristic degradation by generation of heat can be controlled.

[0036] The concave lens 40 has curvature which is different in the lengthwise direction and transverse direction, and it is arranged so that light may be made to converge in the thickness direction rather than the cross direction of the profit layer 12 focusing on the profit layer 12. The low reflection or high reflective film to the wavelength c

laser light is formed in the concave 41 of this concave lens 40, this concave 41 constitutes the second reflective surface of a resonator, and the nonreflective film [as opposed to / on the other hand / the wavelength of laser light in 42] used as a light emission plane of fire is formed. It shall have curvature which can form flat optical beam-form in the optical outgoing radiation end face 18 of a profit medium, is set to 100 micrometers crosswise of the profit layer 12], and becomes the flat optical beam form of about 10 micrometers in the thickness direction in the optical outgoing radiation end face 18 by this concave lens 40 here.

037] Since it becomes the profit layer 12 with the diameter of an optical beam thin in the thickness direction of opposite *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. as mentioned above, even if it is the thin thing whose thickness of up layer 13' is about 10 micrometers, the fall of the optical power by dispersion of the light by an electrode is not produced. Moreover, since [being enough] the optical beam is as thin as 10 micrometers or less in the thickness direction of the profit layer 12, and an interaction can be carried out, the thin active layer which is the source of a profit can obtain sufficient profit, and the output of a further high-output light of it is attained. In addition, by forming an up layer thinly, the time concerning the crystal growth can also be shortened and the cost of material gas can also be held down inexpensive.

038] Next, the laser equipment of the form of the third operation is explained with reference to drawing 6 . The laser equipment of this invention differs in the applied configuration of the second fruit, and the composition of an optical unit. This agreement is given to an equivalent element and detailed explanation is omitted.

039] The optical unit 60 in this laser equipment consists of the concave lens 61 and the cylindrical lens 64 equipped with the field used as the second reflective surface of a resonator.

040] The concave lens 61 is equipped with other sides 63 used as the concave 62 used as the second reflective surface of the resonator equipped with isotropic curvature, and a laser side. The high reflective film or low reflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in concave 62, and, on the other hand, the nonreflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in 63.

041] Moreover, as for the cylindrical lens 64, the nonreflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in each side.

042] The curvature of the concave 62 of the concave lens 61 and the curvature of a cylindrical lens choose the curvature which makes light converge in the thickness direction rather than the cross direction to the profit layer 12 in the optical system which combined each. Here in the optical outgoing radiation end face 18 of profit medium 30, it is considered as curvature which is set to around 10 micrometers in the thickness direction of the profit layer 12, and serves as an about 100-micrometer diameter of an optical beam crosswise.

043] Although the optical unit 60 which consists of a concave lens 61 and a cylindrical lens 64 forms the same diameter of an optical beam as the form of the second operation, it can consist of above-mentioned every section inexpensive as compared with the case where the concave lens from which curvature differs is used.

044] In addition, the optical unit (light element) for forming flat optical beam form is not restricted to an above-mentioned example. For example, you may use the lens which has a pillar side and a surface of a sphere.

045] The figure (b) which looked at the transverse cross section (a) and it in the profit layer 12 of the laser equipment at the time of applying a ball and the lens which has a pillar side to drawing 6 and 7 from the upper part is shown.

046] The light element 150 shown in drawing 6 has the section [like / cylindrical / a part of] (pillar side) 151 and the concave 152 of isotropic curvature, and it is allotted so that the pillar side 151 may become the profit medium 30 side. The nonreflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in the pillar side 151, and a role equivalent to a cylindrical lens is played. Moreover, the high reflective film or low reflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in concave 152, and this concave 152 turns into the second reflective surface of a resonator.

047] As shown in drawing 6 (a) and (b), the pillar side 151 has curvature only crosswise [of the profit layer 12], and this curvature is smaller than the curvature of concave 152. It fabricates so that it may be set to about 10 micrometers by concave 152 in the thickness direction of the profit layer [in / for the diameter of a beam / a profit medium end face] 12, and according to the pillar side 151, crosswise, the diameter of a beam shall be about 10 micrometers, as a spread is given crosswise.

048] The light element 160 shown in drawing 7 has the section [like / cylindrical / a part of] (pillar side) 161 and the concave 162 of isotropic curvature, and it is allotted so that the pillar side 161 may become the profit medium 30 side. The nonreflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in the pillar side 161, and a role equivalent to a cylindrical lens is played. Moreover, the high reflective film or low reflective film in the wavelength corresponding to laser light is formed in concave 162, and this field 162 turns into the second reflective surface of a resonator.

049] As shown in drawing 7 (a) and (b), the pillar side 161 has curvature only in the thickness direction of the profit layer 12, and this curvature is convex curvature, in view of the profit layer 12 side. It fabricates so that it

may become about 100 micrometers by concave 162 crosswise [of the profit layer / in / for the diameter of a beam / a profit medium end face / 12], and the diameter of a beam is further converged in the profit layer 12 thickness direction according to the pillar side 161, and it is made to be set to about 10 micrometers in the thickness direction.

[0050] These lenses that have a surface of a sphere and a pillar side like can be inexpensive constituted as compared with that to which curvature in every direction was changed in the concave lens.

[0051] Now, in the form of each above-mentioned operation, although there shall be no refractive-index ***** influence, generally an active layer differs in a refractive index from the substrate and up layer which support it. Moreover, in order that a refractive index may change with the heat generated in the laser oscillation, and current pourings to an active layer, a refractive-index difference may arise between an active layer, and the substrate and up layer which support it.

[0052] Then, ***** Lycium chinense for expecting the difference of these refractive indices and negating the effect beforehand is desirable. The example of the profit medium at the time of preparing the layer for negating the effect by the difference of a refractive index in drawing 8 is shown with refractive-index distribution. Like illustration, when the refractive index of an active layer 143 is large compared with a substrate 146 and the up layer 140, the effect which accustoms a refractive index on the average and is produced according to the difference of a refractive index is negated by forming the layers 141 and 145 with a low refractive index between each layer. In addition, each layers of 140 and 146 are the up layer 140 and a layer of composition equivalent to a substrate 146 among a figure, respectively.

[0053] In addition, in the form of each above-mentioned operation, although the internal current prevention method using PN junction of the semiconductor which makes a current prevention layer an up layer and the layer of reverse polarity was adopted, it is very good by forming a high resistance layer, for example in a method which restricts the flow of current.

[0054] Moreover, in quantum well structure, the measure in connection with the improvement in performance in the conventional semiconductor laser element, such as preparing the confining layer of the carrier which consists of two or more wells, and a distortion compensation layer, is applicable to the profit medium in the laser equipment of this invention.

[0055] Moreover, although the structure of the semiconductor device which is the above-mentioned profit medium has described the case where n type board is used, p type board may be used for it and it should just reverse the conductivity of all above in this case.

[0056] Furthermore, it is GaN although only the GaAs system semiconductor is described in the form of the above-mentioned implementation. A system and InP You may use a system and other semiconductors.